

● گزارش تکنیکی

کاربرد سیستم‌های پوشیدنی هوشمند برای پایش سلامتی در حوزه نظامی

امیر نظامی اصل^۱، علیرضا عسگری^۲، *اعظم نعمتی^۳

چکیده

مقدمه: در سالهای اخیر با افزایش استقبال از ابزارهای کم تهاجمی و غیرتهاجمی کاربرد لباس‌های هوشمند به مثابه بخشی از یک سیستم مراقبت سلامتی، چه به عنوان ابزاری خانگی چه به عنوان ابزار تخصصی در تشخیص علایم، کنترل و تصمیم‌گیری‌های پزشکی افزایش یافته است. چنین سیستمی می‌تواند در خدمت تله مدیسین و طب هوایی - نظامی نیز قرار گیرد.

روش بررسی: در این گزارش پس از مروری سیستماتیک بر منابع و تحقیقات خارجی، ضمن تمرکز بر نتایج طرح پژوهشی انجام شده در دانشگاه علوم پزشکی آجا، گزارشی از فاز مفهومی‌سازی یک لباس هوشمند طراحی شده برای پایش سلامتی خلبانان ارتش ارائه شده است. در این گزارش به خلاصه‌ای از فرآیند طراحی، مدل مفهومی، و قابلیت‌های طرح نهایی پرداخته شده، سپس مهمترین چالش‌هایی که در آینده برای به کارگیری این سیستم‌های پوشیدنی پیش روست مورد بحث قرار گرفته است.

یافته‌ها: اطلاعات دریافتی از این سیستم میتواند به عنوان بانک اطلاعات سلامتی خلبانان ذخیره شده و برای پایش طولانی مدت، غربالگری و تفسیرهای عملیاتی استفاده گردد. کاربرد دیگر آن، پایش آنلاین علایم حیاتی است که میتواند با عملیات نوروفیدبک ادغام شده و در موارد نظامی استفاده گردد.

بحث و نتیجه‌گیری: موفقیت چنین محصولاتی، علاوه بر تطبیق با متدهای کاربرمحور، در گروی چرخه‌های آزمون فنی و تحلیل‌های کاربرپذیری است. به علاوه استفاده مؤثر از آنها، بستگی به فائق آمدن بر چالش‌هایی است از جمله: اخلاق، قابلیت اطمینان، قابلیت تعمیم، پذیرش کاربر و سهولت استفاده، سطح پذیرش فناوری و توسعه فنی.

کلمات کلیدی: لباس، تله مدیسین، علایم حیاتی، خلبانان

فصلنامه علمی پژوهشی ابن سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهجا

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۷

(سال بیستم، شماره اول، بهار ۱۳۹۷، مسلسل ۶۲)

تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۲۰

۱. استادیار، تهران، ایران، دانشگاه علوم پزشکی آجا،

دانشکده طب هوافضا و زیرسطحی

۲. استاد، تهران، ایران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده

طب هوافضا و زیرسطحی

۳. کارشناس ارشد طراحی صنعتی، تهران، ایران، دانشگاه

هنر، دانشکده هنرهای کاربردی (*مؤلف مسئول)

azam_nemati@ymail.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، به علت پیچیده‌تر شدن تصمیمات پزشکی، استفاده از ابزارهای کمکی برای حمایت از تصمیم‌گیری‌ها افزایش یافته است. بسیاری از بیماری‌ها نیازمند پایش آنالین و طولانی مدت سلامتی و علایم حیاتی است که این امکان را تنها سیستم‌های پوشیدنی (لباس‌های هوشمند) و به‌علت نزدیکی و ارتباط مداوم با بدن فراهم می‌آورد. طبق آمار ارائه شده، اخیراً بیشترین استفاده از لباس‌های هوشمند، بیش از هر کاربردی، در زمینه مراقبت‌های سلامتی و پزشکی است [۱]. این موضوع نه تنها به معنای تغییر جهت بازار به سمت کاربران خردسال و سالمند است، بلکه نقش و اهمیت طراحی کاربرمحور^۱ را بیش از پیش آشکار می‌کند.

سیستم‌های پوشیدنی هوشمند^۲، غالباً به‌عنوان یکی از زیربناهای فن‌آوری برای مراقبت سلامتی و گامی در جهت شخصی‌سازی مراقبت‌های پزشکی^۳ مطرح و شناخته شده و در گستره بزرگی از پزشکی از راه دور^۴، مراقبت خانگی از راه دور^۵، سلامت الکترونیکی^۶ و فناوری‌های کمکی^۷ استفاده می‌شوند [۲]. لباس‌های هوشمند به‌عنوان نوعی از این سیستم‌های هوشمند پوشیدنی، دارای ساختار، اجزا و قابلیت‌هایی هستند که در مجموع قابلیت تصمیم‌گیری‌ها را ارتقا می‌دهند به همین دلیل، از آنها در موارد بسیاری در پزشکی استفاده شده است. سیستم‌های پوشیدنی هوشمند براساس محل قرارگیری سیستم فن‌آوری تشخیص^۸ موجود در آنها به پنج دسته تقسیم می‌شوند: (۱) پوشیده شده توسط یک شخص به‌عنوان یک اکسسوری؛ (۲) کاشت یا در داخل بدن؛ (۳)

پرتابل (قابل حمل)؛ (۴) جایگذاری شده^۹ در بخشی از لباس؛ (۵) جایگذاری شده بخشی از یک شی، میلمان یا در کف خانه. در ادامه این مقاله بر لباس‌های هوشمند غیرتهاجمی^{۱۰} (موارد ۱ و ۴) تمرکز خواهد شد.

لباس هوشمند

لباس‌های هوشمند^{۱۱} در منابع مختلف تحت عناوین مختلفی نامیده شده است؛ از سویی جزء لباس‌های محافظتی و کارکردی^{۱۲} است؛ از نگاهی دیگر نوعی محصول و پوشیدنی هوشمند^{۱۳} و در نگاهی کلی‌تر، بخشی از سیستم‌های پوشیدنی هوشمند که برای سیستم‌های پایش سلامتی و علایم حیاتی^{۱۴} محسوب می‌شوند.

واژه لباس‌های هوشمند محدوده وسیعی را تحت پوشش قرار داده است و انواع و تعاریف مختلفی دارد؛ اما ساده‌ترین تعریف چنین است: لباس‌های بهبود یافته با قابلیت‌های الکترونیکی. این لباس‌های کارکردی^{۱۵} در سال‌های اخیر دامنه وسیعی یافته‌اند. ژاکت ادغام شده با ال ای دی^{۱۶} که دوچرخه‌سواران را در شب قابل مشاهده نگه می‌دارد، لباسی که گزارش آب و هوا را به پوشنده لباس خود انتقال می‌دهد، لباسی که در صورت نیاز پیام‌هایی را به اورژانس می‌فرستد، زیر پیراهنی که علایم حیاتی بدن سرباز را پایش کرده تا آنها را در اسرع وقت به پایگاه انتقال دهند، منسوجات به کار رفته در لباس‌های محافظتی که موجب عملکردهایی از جمله افزایش جریان هوا یا کاهش صدا و نویزها می‌شود، نمونه‌هایی اخیر از فن‌آوری‌های عملکردی در راستای هوشمندی بیشتر محصولات پوشیدنی هستند [۳]. لباس هوشمند به‌عنوان

9. Embedded

10. Non-invasive

11. Smart clothing, intelligent garment

12. Functional clothes, protective clothes

13. Smart products, wearables

14. Health monitoring systems, vital sign monitoring

15. Functional clothing

16. light-emitting diode (LED)

1. User Centered Design(UCD)

2. Smart Searable Systems(SWS)

3. Personalise Healthcare

4. Telemedicine

5. Telehomecare

6. e-health

7. Assistive Technologies

8. Sensing technplogy systems

حیاتی بدن را اندازه‌گیری کرده و در صورت لزوم آن را به پزشک اطلاع دهد با نام سیستم‌های نظارت بر سلامت بیمار^۲ نیز شناخته شده و از طریق حسگرهای زیستی یا بیولوژیکی^۳ متصل به بدن می‌تواند پارامترهای فیزیولوژیکی همچون درجه حرارت پوست و بدن، ضربان قلب، فشار خون، نوار قلب^۴، نوار مغز^۵ میزان اشباع اکسیژن خون و وضعیت تنفس را اندازه‌گیری اندازه‌گیری کنند تا اطلاعات اخذ شده توسط یک شبکه حسگر بی‌سیم^۶ یا گره مرکزی^۷ مانند یک دستیار شخصی دیجیتال^۸ یا دیجیتال^۹ یا مستقیماً به یک مرکز پزشکی یا اورژانس ارسال کند [۴]. حتی می‌توان این سیستم‌ها را به‌طوری تنظیم نمود که در صورت مواجه شدن با چنین شرایطی، به فرد مورد نظر نیز هشدار نشان دهد. این هشدار غالباً از طریق یک نمایشگر با طراحی ساده، خوانا و فراگیر^۹ انجام می‌شود. در مواردی مانند مانند پایش علائم حیاتی نیاز است همه حسگرهایی که در بدن نصب یا کاشته شده‌اند، داده‌ها را به صورت چندنقطه به یک گره دریافت کننده خاص انتقال دهند که می‌تواند اطلاعات را به صورت بی‌سیم به یک سرور در خارج از بدن منتقل کند. تبادل اطلاعات اخذ شده نیز می‌تواند به صورت بلادرنگ^{۱۰} یا غیر بلادرنگ^{۱۱} باشد [۵].

در این صورت بیمار در موقعیت‌های مختلف فیزیکی و روانی قادر به ارتباط با پزشک متخصص است. در صورتی که اطلاعات جمع‌آوری شده از این سیستم‌های پایش پوشیدنی، در بین بیمارستان‌های مختلف به اشتراک گذاشته شود؛ مزایایی خواهد داشت. ارتباط بین بیمارستان‌های تخصصی در شهرهای بزرگ جهت مشاوره در زمینه‌های مختلف پزشکی و مدیریتی

زیرمجموعه‌ای از سیستم‌های پوشیدنی هوشمند یا سیستم‌های تعاملی و اغلب مبتنی بر شبکه حسگر بی‌سیم^۱ است و عکس‌العمل‌های تعاملی را از طریق دریافت سیگنال‌ها، پردازش اطلاعات و برانگیختن واکنش فراهم می‌آورند. به رغم مزایای زیاد، استفاده از این سیستم‌ها در پزشکی با چالش‌های زیادی رو به رو است. لازم به ذکر است بنابر به ماهیت میان رشته‌ای لباسهای هوشمند؛ محتوای این مقاله ترکیبی از رشته‌های پزشکی، مطالعات طراحی و الکترونیک خواهد بود.

لباس هوشمند به عنوان بخشی از یک سیستم

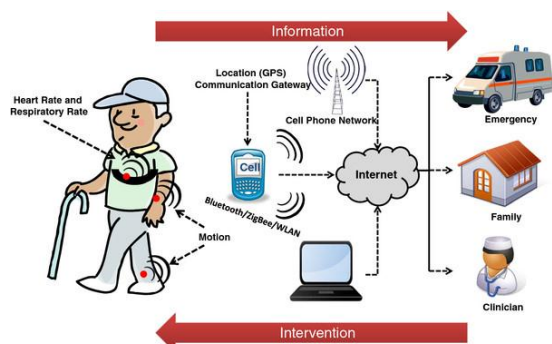
مراقبت/پایش سلامتی

دستاوردهای فناوری ارتباطات مؤید آن است که می‌توان تغییراتی در خدمات درمانی کشور از مدل پزشک محور به سمت روشی هوشمندتر، تمرکززا و بیمار محور به وجود آورد [۲]. مراقبت‌های سلامتی از راه دور به عنوان مدل جدیدی از مراقبت، راه حل‌های جدیدی خصوصاً در زمینه مراقبت‌های پزشکی را به ارمغان آورده است. هدف نهایی تطبیق محیط زندگی با توانایی‌ها و محدودیت‌های فیزیکی و شناختی طیف زیادی از بیماران، کودکان و سالمندان در عین استقلال بخشی به آنهاست. سیستم‌های پوشیدنی هوشمند، در صورت یکپارچه شدن با سیستم «پزشکی از راه دور» می‌توانند هنگام رخ دادن تغییرات تهدیدآمیز زندگی به کارکنان پزشکی هشدار دهند. علاوه بر این بیماران می‌توانند از پایش بلندمدت مستمر به عنوان بخشی از روند تشخیصی مربوطه بهره‌مند شوند.

سیستم‌های پوشیدنی هوشمند - به‌عنوان نوعی از سیستم‌های حسگر غیرتهاجمی - اجازه پایش و نظارت بر عملکرد فیزیولوژیکی، فعالیت‌های روزانه، تحرک، رفتار فردی و وضعیت ذهنی را در بیرون و داخل خانه می‌دهد. این سیستم‌ها که به صورت خودکار و در طول زندگی عادی، از جمله در استراحت، هنگام خواب، یا در طول فعالیت‌های روزانه؛ علائم

2. Health Monitoring
3. Bio sensors
4. Electrocardiograms (ECGs)
5. EEGs
6. WSN
7. Central connection Node
8. PDA(PERSONAL DIGITAL ASSISTANT)
9. Universal
10. Online
11. Offline

1. Wireless networks



تصویر ۱- سیستم پایش سلامتی مبتنی بر سیستم‌های پوشیدنی هوشمند

نقش لباسهای هوشمند در پایش سلامتی

بیماری‌ها و یا شرایط بحرانی که می‌توانند توسط سیستم‌های پوشیدنی هوشمند پایش، تشخیص و کنترل شوند عبارتند از:

شرایط بحرانی شغلی و حرفه‌ای: برای کوهنوردان، کارکنان آتش‌نشانی و مدیریت بحران، کارگران معدن، سکوهای نفتی و مناطق قطبی که دسترسی به اورژانس‌های محلی محدود است.

پایش سلامتی کم توانان (سالمدان، زنان باردار، نوزادان): این پایش در هنگامی که عادات زندگی سالمندان به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند، مانند میل به در خانه باقی ماندن، کاهش تحرک، کاهش اشتها و فعالیت‌های اجتماعی اهمیت می‌یابد. همچنین در طول شرایط آب و هوای بیش از حد سرد یا گرم، افراد مسن بیشتر در معرض ابتلا به عفونت ریه، کم آبی بدن و یا بیماری‌های دیگر می‌شوند. اگر تغییر در رفتار بیمار به‌عنوان نتیجه‌ای از بیماری، عفونت، یا دست دادن آب بدن در اوایل جمع‌آوری، درمان و یا آبرسانی کافی شود، می‌توان از آن قبل از آغاز وضعیت خطرناک اجتناب شود. سندرم مرگ ناگهانی نوزاد (SIDS)^۱ نیز می‌تواند توسط لباس‌های هوشمند تحت نظارت نظارت مستمر قرار گیرد. برای تعداد زیادی از نوزادان، ارزیابی بیماران دارای ریسک SIDS با استفاده از آزمون سندرم آپنه^۲ در یک کلینیک خواب اختصاصی انجام می‌شود که این آزمون، قابلیت اطمینان ضعیفی دارد. این سیستم برای نظارت علائم

کمک بسیار زیادی در بهبود درمان بیمار، کاهش هزینه‌ها و بار ترافیکی خواهد بود. این ارتباط باعث افزایش سرعت در تشخیص و درمان صحیح‌تر با تبادل نظر و تشریح مساعی متخصصان پزشکی مربوطه در بیمارستان‌هاست. همچنین بیمارستان‌ها می‌توانند از تمامی شرایط یکدیگر مثل وجود تخصص‌های پزشکی مورد نیاز موارد اورژانس و یا تعداد تخت‌های خالی در هر زمان اطلاع پیدا کنند. در موقع بروز حادثه، از لحظه وقوع تا رسیدن آمبولانس به بیمارستان و وضعیت بیمار لحظه به لحظه توسط این سیستم به سرور پزشکی انتقال یابد و نزدیک‌ترین بیمارستان به محل حادثه که توانایی پذیرش بیماری با این علائم را داشته باشد (از نظر تخت خالی و سایر شرایط) قبل از رسیدن بیمار، علائم حیاتی وی را از طرق سیستم وب می‌تواند مشاهده و شرایط لازم را برای بیمار فراهم نماید.

قابلیت سیستم‌های پوشیدنی هوشمند در مطالعات زیادی، برای پشتیبانی از تصمیمات پزشکی نشان داده شده است. یکی از مزایای این سیستم‌ها، این است که به پزشک کمک می‌کند تا متغیرهای بیشتر و متنوع‌تری را در زمان تشخیص بیماری یا انتخاب درمان در نظر بگیرد. به عبارتی، با توجه به محدودیت یادآوری ذهن، پزشک ممکن است تمام متغیرهای لازم برای تصمیم‌گیری برای نمونه علائم یا نتایج آزمایش‌ها را در آن واحد در نظر نگیرد یا آنها را فراموش کند یا در پی کسب اطلاعات در خصوص آن نباشد. اما از آنجا که روابط بین این متغیرها در زمان طراحی سیستم در آن لحاظ می‌گردد، بنابراین احتمال نادیده گرفتن برخی از این عوامل یا در نظر گرفتن تأثیر آنها کمتر یا بیشتر از حد معقول، کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به کیفیت تعریف این روابط، می‌توان انتظار داشت تا تصمیمات پزشکان دقیق‌تر شود. عملکرد این سیستم‌های پوشیدنی در حالت کلی را می‌توان به‌صورت شکل ذیل بیان کرد (تصویر ۱).

1 Sudden infant death syndrome (SIDS)

2 Polysomnographic test (PSG)

۱) ارزیابی سازگاری فیزیکی^۶ در یک مأموریت؛ ۲) حمایت از برنامه‌ریزی‌های لجستیکی مأموریت؛ ۳) تخلیه محل در شرایط حادثه؛ ۴) بهبود بازخوردهای پس از عملیات؛ و ۵) برنامه‌ریزی برای چرخه کار-استراحت. برای مثال پایش اطلاعات می‌تواند برای برآورد تعادل انرژی، وضعیت دمایی و آبرسانی، فعالیت، برنامه کار-استراحت، خواب، فعالیت ذهنی، هشدار موقعتی، چالاکی و عملکرد شناختی استفاده شود. خصوصاً در ارتفاعات بالا، برای ارزیابی میزان حاد بودن بیماری کوهستان^۷؛ آزمون امتیاز جمعی لوییس لیک^۸ با میزان اکسیژن اشباع خون ترکیب ترکیب شده تا از خطرات بعدی جلوگیری شود. ترکیبی از فعالیت سنج^۹ و نوار مغزی^{۱۰} و اندازه‌گیری‌های عملکرد شناختی، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی راجع خستگی و ذخیره‌های فرد به دست آورد [۸].

علاوه بر موارد یادشده؛ وضعیت بدنی و سطح فعالیت‌هایی مانند پیاده‌روی، دویدن، ایستادن و خزیدن توسط سربازان می‌تواند توسط شتاب سنج سه‌محوره^{۱۱} و لوازم اندازه‌گیری تنفس براساس پلتیسموگرافی^{۱۲} هم در لباس نظامی گنجانیده شود. جوراب هوشمند دارای حسگرهای فشار^{۱۳} که به سربازان برای قراردادن پاهای خود برای کاهش دادن فشار خون هشدار می‌دهد، نمونه دیگری از کاربرد این سیستم‌هاست. همچنین حسگر تنفس براساس قواعد پیزوالکتریک^{۱۴} می‌تواند به بخش داخلی لباس (دور قفسه سینه) متصل شده؛ و مطابق با تغییرات دور قفسه سینه و شکم در طول تنفس؛ مقاومت حسگر تغییر کرده و تحلیل این اندازه می‌تواند نشانگر تعداد یا عمق تنفس باشد. یک پیام هشداردهنده نیز می‌تواند در موقعی که سرباز

سرباز آینده است که ارتش آمریکا آن را در دهه ۹۰ میلادی آغاز کرده بود. شواهدی مبنی بر استفاده از سیستم‌های پوشیدنی هوشمند در ارتش آمریکا و همچنین ناسا برای توسعه یک دستگاه پوشیدنی به منظور کنترل ضربان قلب، فشارخون و سایر پارامترهای فیزیولوژیکی فضانوردان وجود دارد [۷]. سیستم‌های پایش مبتنی بر ارزیابی تک پارامتری خانگی؛ هنگامی که به حوزه نظامی ورود پیدا می‌کنند؛ برای بهره‌وری بیشتر و کاهش وزن دستگاه‌ها؛ به چندپارامتری^۱؛ پوشیدنی و بی‌سیم تبدیل خواهند شد.

لباسهای هوشمند و منسوجات الکترونیکی (به خاطر بلافصل بودن و ارتباط نزدیک با بدن) تاکنون در زمینه‌های نظامی زیادی شاهد توسعه رو به جلو بوده که عبارتند از: تشخیص نفوذ پرتابه‌ها^۲ و حملات ش. م. ر، ارتباطات نظامی^۳، استتار، پایش سلامتی و حیات (نوار مغزی، نوار قلبی، اندازه‌گیری دما، تعریق و همچنین تشخیص زخمی شدن^۴)، تنظیم/کنترل شرایط محیطی (مدیریت دما و رطوبت) و مأموریت‌های ویژه (فضایی).

نکته دیگر امکان استفاده کاربران غیرانسانی از قابلیت‌های سیستم‌های پوشیدنی هوشمند است. سگ‌های نیروهای ویژه و شامپانزه‌های مأموریت‌های فضایی نیز می‌توانند به مدد سیستم‌های پوشیدنی هوشمند در طول مأموریت‌های دوربرد خود از خدمات پایش سلامتی و تشخیص موقعیت مکانی بهره‌مند شوند.

عملیات‌های نظامی اغلب با خستگی، کمبود خواب و کم‌آبی^۵ همراه است؛ در چنین موقعیت‌هایی پایش بلادرنگ علائم علائم فیزیولوژیکی و روانی می‌تواند به علل زیر استفاده شود:

6. Physical Fitness
7. Mountain Sickness
8. Lake Louise Consensus Score
9. Actigraph
10. Mobile Electroencephalogram (EEG)
11. Three-axis accelerometer
12. Plethysmography
13. Pressure Sensors
14. Piezoresistive or piezoelectric principles

1. Multi-parameter vital sign monitoring
2. Early warning systems
3. E-textiles for communication
4. Wounds detection
5. Dehydration

پزشکی که توسط اطلاعات اخذ شده از یک سیستم پوشیدنی استفاده کرد. در این سفرهای فضایی نقش لباسهای هوشمند^۳ (در معنای عام) علاوه بر پایش می‌تواند تهویه و مدیریت دمایی بدن نیز باشد.

نمونه موردی

در این بخش گزارش مختصری از لباس هوشمند طراحی شده (فاز مفهومی‌سازی) ارائه می‌شود. در پروژه حاضر، قرار است علائم حیاتی (نرخ تنفس، ضربان قلب، دمای بدن، اکسیژن اشباع خون) خلبانان نیروی هوایی کشور توسط شیوه‌ای غیرتهاجمی به مرکز فرماندهی گزارش شده تا پایش و اقدامات مقتضی توسط تیم پزشکی و عملیاتی انجام شود. این اقدامات شامل آزمون‌های خلبانی، امداد و نجات و بازخوردهای عملیاتی است. این طرح به‌طور خاص برای خلبانان بوده؛ اما باید طول عمر بالا و قابلیت توسعه برای سایر نیروها را نیز داشته باشد (هر دو حوزه عملیاتی و آموزشی). لباس هوشمند می‌تواند برای اتاقک ارتفاع، دستگاه جاپرو و سیمیلاتور نیز قابلیت استفاده داشته باشد و در مورد تعادل دمایی داخل کابین به عنوان یک تراز عمل کند. همچنین در پاره‌ای از آزمون‌های فضاوردی؛ می‌تواند ابزار مفیدی واقع شود.

لازم به ذکر است از آنجاکه در میان خلبانان، خلبانان جنگنده سخت‌ترین شرایط پروازی و بیشترین تغییرات فیزیولوژیکی را دارند، این دسته از خلبانان برای مطالعه انتخاب شدند؛ به‌طوری‌که اگر نیازمندی‌های این دسته از خلبانان در طرح لحاظ شوند، احتیاجات سایر خلبانان نیز پوشش داده خواهد شد. نمایش اطلاعات نیز باید به‌صورت آنلاین (آموزشی و داخلی) و آفلاین (خاک دشمن) ممکن باشد. لازم به ذکر است در واقع در این پروژه، لباس هوشمند به عنوان بخشی از یک سیستم پایش سلامتی و برای پزشکی از راه دور مورد استفاده قرار خواهد گرفت.



تصویر ۳- برخی از کاربردهای نظامی سیستم‌های پوشیدنی هوشمند برای پایش سلامتی غیرفعال می‌شود ارسال و یا خروجی را از طریق دستیار دیجیتال شخصی، سنتز صدا یا ساعت مچی اعلام کند. کاربرد نظامی حسگر تعریق^۱ نصب شده روی گج الکتریکی چاپ شده (چاپ سه بعدی) هم‌اکنون توسط واحد تحقیقات نیرو هوایی آمریکا^۲ در حال بررسی است. این برجسب نصب شده روی پوست می‌تواند فعالانه تعریق را برای اطلاعات بیولوژیکی تحلیل و جایگزین روش‌های تحلیل آزمایشگاهی روی خون کند [۹].

با توجه به محدودیت‌های حضور کارکنان و متخصصان پزشکی در سفرهای هوایی، فضا و مشکلات خاص سلامت و بهداشت در سفرهای فضایی، کاربرد سیستم‌های پوشیدنی هوشمند برای پزشکی از راه دور در سفرهای فضایی اهمیت بیشتری می‌یابد. در این میان، مسئولیت برنامه پزشکی در زمینه پرواز در فضا شامل سه مرحله است: ۱) فعالیت‌های قبل از پرواز که شامل غربالگری، گزینش نامزدهای جدید فضاوردی و تثبیت سلامتی آنها است؛ ۲) فعالیت‌های حین پرواز که شامل انجام اقدامات لازم و مراقبت‌های پزشکی است؛ و ۳) فعالیت‌های بعد از پرواز که شامل نجات بعد از یک فرود اضطراری و توانبخشی برای بازگشت فوری فضاوردی به حالت پرواز است. در هر یک از این مراحل می‌توان از پایگاه داده‌های

1. Sweat Sensors
2. United States Air Force (USAF)

3. liquid cooling garment

علت انتخاب خلبانان به عنوان کاربر هدف

خلبانان، به عنوان نمونه‌ای از نیروهای عملیاتی، در مقایسه با سایر نیروهای ارتش، در شرایط ویژه فیزیولوژیکی حساس‌تری قرار دارند. فیزیولوژی بدن انسان برای زندگی در سطح پایین اتمسفر و سرعت‌های آهسته و تحت شتاب مناسب است. قرار گرفتن در محیط پرواز باعث تغییرات فیزیولوژیک زیادی می‌شود که شاید در مواردی خطرناک شود. برای حفظ سطح سلامت کارکنان پروازی به ویژه خلبانان و سلامت ایمنی پرواز، آگاهی از وضع جسمانی کارکنان پروازی در حین پرواز در مواجهه با استرس‌های مختلف پرواز از قبیل مانورهای پروازی، مانورهای شتابی و چرخشی مانند Gهای مثبت و منفی، هایپوکسی، تغییرات فشار، دما، ارتعاش و سر و صدا ضروری است. به عنوان مثال قرار گرفتن در وضعیت هایپوکسی، خلبان را در معرض هوشیاری کم، اختلال تمرکز و احتمالاً سقوط هواپیما قرار خواهد داد. در بُعد آموزش داوطلبین خلبانی نیز می‌توان گفت بعد از طی دوره‌های آموزشی در شروع پرواز دانشجوی به علت عدم توانایی جسمانی و تحمل استرس از گروه پرواز جدا شده که باعث خسارت مالی فراوان خواهد شد. با استفاده از پایش علایم حیاتی از طریق فن‌آوری پزشکی از راه دور به مرکز کنترل درمانی با نظارت متخصص طب هوایی، می‌توان از سلامت کارکنان پروازی و خلبانان در مواجهه با استرس‌های مختلف مطلع و در صورت نیاز توصیه‌های لازم را انجام داد. در واقع با به‌کارگیری پزشکی از راه دور پروازهای آموزشی دانشجویان خلبانی، از ارزیابی دقیق‌تر سلامت و توانایی جسمی مطلع شده و دانشجویان مستعدتر را جهت ادامه تحصیلات خلبانی انتخاب کرد. در بُعد امداد و انتقال مصدومین با وسایل پروازی با استفاده از تله‌مدیسین در طول پرواز نیز می‌توان از شرایط بیمار مطلع و در صورت تغییرات در علایم حیاتی توسط متخصص مربوطه توصیه‌های لازم و اقدامات ضروری را اعمال کرد که باعث افزایش ضریب اطمینان در انتقال مصدومین و کاهش میزان صدمات احتمالی می‌شود. در مسافرت‌های عادی در صورت بروز شرایط اورژانس برای مسافر

با ارتباط تله‌مدیسین می‌توان شرایط مناسب برای بیمار ایجاد و از لغو پرواز و یا فرود اضطراری پرواز خودداری کرد [۳].

فرآیند طراحی

فرآیند طراحی لباس هوشمند تقریباً مشابه پوشاک کارکردی است؛ با این تفاوت که بر طراحی کاربر محور تأکید بیشتری می‌شود. بدین ترتیب برای انطباق با نیازمندی‌های کاربر در طول فرآیند توسعه، فازی به عنوان طراحی مشارکتی^۱ معرفی شده تا طراحان و کاربران ایده‌های خود را به اشتراک گذاشته و نیازهای واقعی به‌طور مؤثری در محصولات انعکاس یابد. در این رویکرد کاربران - در مقام طراح - خود قلم به دست گرفته طراحی می‌کنند و راه حل پیشنهاد می‌دهند. با توجه به حساسیت‌های حوزه نظامی، به روش‌های بررسی فیلم‌های مستند، مشاهده غیرفعال، مصاحبه عمیق و نظرسنجی راجع ایده‌های تصویری بسنده شد. بدین ترتیب، مطالعات کاربر محور در ۵ بخش شناخت لباس و تجهیزات فعلی، توالی و ترتیب پوشیدن تجهیزات خلبانی، بررسی ارتباط تجهیزات و کابین با لباس و نظرخواهی راجع اتودهای خلاقانه انجام شده است (تصویر ۴).

می‌توان اشاره نمود که استفاده از «تفکر طراحی» به عنوان ابزاری برای حل مسائل پزشکی و نظامی بی‌سابقه نیست [۱۰، ۱۱]؛ باید گفت که بنابر خاصیت صورت مسأله‌های پیچیده میان رشته‌ای؛ اطلاعات موردنیاز برای حل آن به تدریج در طول پروژه کامل می‌گردد [۱۲].

مطالعات کاربرمحور موجب شد تا بینش‌هایی طراحانه برای ادامه راه فراهم آید. برخی از این یافته‌های حاصل از مطالعات میدانی عبارت است از: به دلیل الزامات راحتی و آزاد بودن دست چپ در همه خلبانان، تغییر یافتن طرح از نیم تنه به بازوبند یا ترکیب با دستکش خلبانی را پیشنهاد داد. همچنین به دلیل کمبود فضا در کابین، شرایط اجکت، هماهنگی با انواع

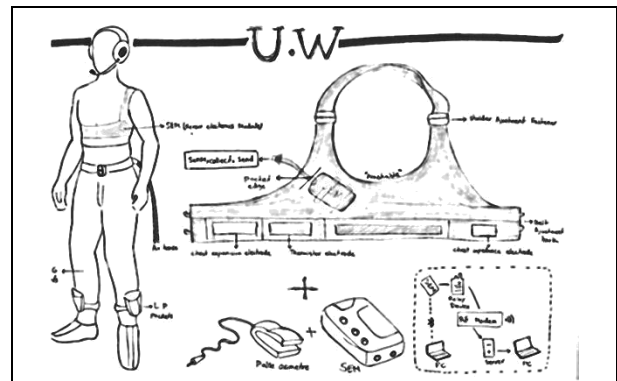
1 Co-design

مدل مفهومی

یکی از خروجی‌های فاز تحقیقاتی این پروژه، عوامل مؤثر بر طراحی است که برای سایر پروژه‌های مشابه نیز قابل استفاده خواهد بود. مطابق با ماهیت دوگانه لباس‌های هوشمند، عوامل مؤثر بر طراحی آن نیز دوگانه خواهد بود؛ یعنی می‌توان دو دسته کلی از عوامل مؤثر بر طراحی لباس‌های هوشمند برشمرد. جنبه‌هایی که با بخش الکترونیک در ارتباطند شامل کاربردپذیری^۳، کارکرد^۴، دوام و ایمنی است، در حالی که جنبه‌های مرتبط با لباس عبارتند از: راحتی، مد و زیبایی‌شناسی، دوام و ایمنی. بدین ترتیب جنبه‌های ایمنی و دوام، بین لباس و الکترونیک مشترک است [۱۳]. این پروژه موارد یادشده را مبنای کار خود قرار داد؛ اگرچه پس از مطالعات کاربر محور، مشخص شد که عوامل دیگری بجز آنچه در منابع اشاره شده بود در طراحی این نوع لباس‌های هوشمند اهمیت می‌یابند. این عوامل به صورت مدلی مفهومی در تصویر ۵ نشان داده شده است. نکته دیگر استفاده از رویکرد طراحی تعامل^۵؛ به عنوان ابزاری برای کاهش خطاهای طراحی بوده است. این رویکرد خصوصاً در فاز بعدی و برای طراحی واسطه‌های کاربری^۶ مفید خواهد بود.

طرح نهایی

باتوجه به اینکه علایم حیاتی از نواحی خاصی از بدن قابل اندازه‌گیری است و همچنین محدودیت‌هایی که اجزای لباس پرواز (جی سوت، ماسک، هلمت) ایجاد می‌کنند، راه حل‌های اندکی باقی می‌ماند در نتیجه به فرم ساده‌ای از لباس خواهیم رسید. به منظور بهره‌وری بیشتر و با توجه به اینکه علایم حیاتی از جاهای مختلفی از بدن اخذ می‌شود؛ در این لباس - با نگاه پایش چند پارامتری - کمر بند سینه‌ای انتخاب شده و همه



نام اتود	نظرات اخذ شده از خلبانان
Degree	محل قرارگیری حسگرها، دور بوده و دقت اندازه‌گیری بسیار کم خواهد شد
Wrap	از راحتی لازم برخوردار نیست، فاکتور فشن آن بیش از حد است!
Scarlet	به دلیل قرارگیری جی سوت تا روی دنده‌ها، این طرح رد می‌شود
Space	اندازه‌گیری علایم حیاتی از روی لباس پرواز، دقت و قابلیت اطمینان ندارد
Emergency-kit	وزن بالا، عدم راحتی حرکتی، اختلال در کانکتور، موجب رد این ایده می‌شود
U. W	به دلیل فرم ساده و قابلیت تنظیم ایده خوبی به نظر می‌رسد
Tattoo	روش تئو، روشی تهاجمی و رد است
Harness	ترکیب با هلمت، امکان پذیر نیست و راحتی ندارد
Couture	به دلیل قرارگیری جی سوت تا روی دنده‌ها، این طرح رد می‌شود
Outdoor-smart	دستکش هوشمند ایده خوب و قابل اجرایی به نظر می‌رسد
NBC	به دلیل اتصال و وابستگی به جلیقه/کت، محل قرارگیری حسگر عوض شده و دقت و قابلیت اطمینان کم می‌شود
Cuff	از راحتی حرکتی لازم برخوردار نیست
Full pressure	ادغام با صندلی خروج اضطراری، به نظر قابلیت اجرایی ندارد
Black bird	مربوط به لباس فول پرشر (پرواز در ارتفاع بالا) است و در زمان کنونی منظور نظر پروژه نیست. ضمناً همه علایم حیاتی مورد نظر از محل نشیمنگاه قابل اخذ نیست.

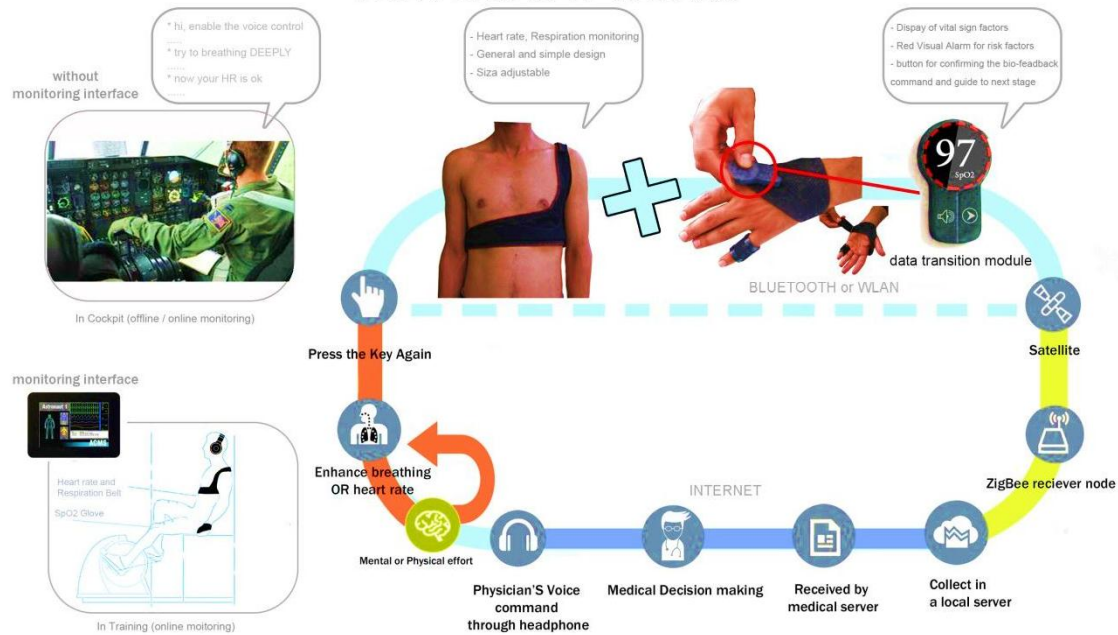
تصویر ۴- طرح برتر و نظرات اخذ شده از خلبانان

مدل‌های جنگنده و همچنین گرمای مضاعف حاصل از فرستنده، بهترین محل قرارگیری فرستنده را نه بدنه جنگنده، که در جیب یونیفرم‌های موجود می‌دانست. در صورتی که به مانیتورینگ طولانی مدت نیاز باشد - به علت گرمای مضاعف ایجاد شده توسط فرستنده - بهتر است از قرارگیری ماژول الکترونیکی (بردهایی که هرکدام به تنهایی قادر است یکی از علایم حیاتی را اندازه‌گیری و ثبت نماید) در محل‌های پر تعریق بدن خودداری شود. در جنگنده‌های دونفره همچون میگ ۲۹، تأثیرات حاصل از تداخل امواج باید در نظر گرفته شود. باید راجع ارسال داده‌ها، به صورت تک نفره، یا شبکه شدن توسط یک هاب^۱ تصمیم‌گیری شود.

3. Usability
4. Functionality
5. Interaction Design
6. User Interface

1. hub
2. Full pressure

HOW DOES IT WORK?



تصویر ۷- نحوه کارکرد نوروفیدبک در سیستم پایش سلامتی

رسانا) به دلیل حساسیت فن آوری ساخت، قابلیت اطمینان آن کمتر خواهد شد. بدین معنی که حفظ رسانایی آنها در طول استفاده متمادی و شستشو، جلوگیری از تخریب‌هایی که در اثر حرکت‌های ثابت، تنش ناشی از حرکت بدن، الکتریسته ساکن ایجاد شده توسط پارچه، عرق کردن و گرمای بدن ایجاد می‌شود، همچنان به عنوان چالشی بزرگ مطرح است [۱۵]. در نتیجه در طرح برتر، فن آوری به صورت جایگزینی^۲ با لباس ادغام شده است.

برای پوشش صدک‌های مختلف؛ طرح نهایی نیم تنه در سه سایز (کوچک، متوسط، بزرگ) تولید خواهد شد (جای درگاهها عوض خواهد شد). اما دستکش نیازی نیست در چند سایز باشد؛ چرا که لزومی ندارد دقیقاً فیت دست باشد و در اینجا دستکش تنها نگهدارنده ماژول الکترونیکی است.

تصویر ۷ جزئیات این پایش، سیستم مخابراتی و استفاده از آن در آزمون‌های پزشکی خلبانان را نشان داده است.

کلی نوروفیدبک به عنوان روشی مؤثر برای دستیابی به عملکرد بهینه خلبانان مطرح است [۱۴]. چرا که، نیروی عملیاتی پس از دیدن داده‌های علائم حیاتی یا شنیدن فرامین صوتی از گوشی در این خصوص، از لحاظ ذهنی تلاش می‌کند ضربان قلب خود را افزایش و فشارخون را تنظیم کند. در واقع نوروفیدبک با استفاده از تعامل مغز و رایانه تأثیر خود را بر مغز می‌گذارد.

مقتارن نبودن فرم نیم تنه، ضمن القای حس تجهیزات نیروی انتظامی، از ایجاد تشابه با نیم تنه‌های زنانه جلوگیری خواهد کرد. ضمن اینکه در نظرسنجی از خلبانان مشخص شد، این نیم تنه نامقتارن حس زنانه نداشته و حاضرند آن را به تن کنند. استفاده از اتصالات لباسهای زنانه؛ برای ایجاد قابلیت تنظیم؛ اجتناب ناپذیر بوده است.

علت استفاده از انگشت کوچکتر دست برای سیگنال‌های نوری پالس اکسیمتری این بود که انگشت کوچک ضمن اینکه در هنگام انجام فعالیت‌های عملیاتی کمتر درگیر است، از قطر کمتری برخوردار بوده و قابلیت اطمینان بیشتری برای رد کردن سیگنال‌های نوری از خود دارد.

در سطوح بالای ادغام فن آوری و لباس (فن آوری با پارچه یکپارچه شده، به عنوان یک بخش ذاتی؛ استفاده از الیاف

1. Conductive yarns
2. Embedded

مواد مصرفی و روش تولید طرح برتر

برای نیم تنه، بهتر است از فوم کشی استفاده شود. این متریکال ضمن ایجاد حالت خشک و محکم (که از جابجا شدن جای الکترودها و خطای اندازه گیری جلوگیری می کند) تعریق بدن را جذب نکرده و اختلالی در حسگرها و مدارها رخ نخواهد داد. اگرچه استفاده از این متریکال، با راحتی حرارتی در تضاد است اما کارکردهای فنی در اولویت است.

برای القای حس اسپرت و در عین حال عدم اختلال در تمرکز خلبانان و محو شدن در پس زمینه دید کابین، از ترکیب رنگ مشکی (پارچه کشی و تور درشت بافت) به اضافه رنگ قرمز (مغزی ها) استفاده خواهد شد. لازم به ذکر است رنگ مشکی در تجهیزات پزشکی و ارتوپدی کاربرد داشته و متداول است.

مزایای طرح برتر

مزیت های طرح برتر شامل موارد ذیل بود:

- ۱) نیم تنه بودن (در مقابل کمر بند یا تیشرت بودن) احتمال جابجایی محل اندازه گیری را کم خواهد کرد.
- ۲) طراحی جنرال و داشتن قابلیت استفاده برای سایر نیروهای ارتش
- ۳) فرم ساده و حداقل وزن (برای کاهش تأثیرات حاصل از شتاب جی)
- ۴) قابلیت جداسدن ماژول الکترونیکی و امکان شستشوی دستکش
- ۵) امکان جداسازی باند الکتروود نیم تنه (از درون لیفی)، برای شستشو
- ۶) امکان استفاده از دستکش طراحی شده روی دستکش های موجود (انواع بدون انگشت)
- ۷) استفاده از فضای روی دست چپ (تطابق با شرایط کاری خلبان طبق اصل دست آزاد)
- ۸) طراحی اسپرت (افزایش خودبیانگری)
- ۹) قابلیت تغییر اندازه در طراحی از طریق اتصالات و بندها

- ۱۰) قابل حمل بودن (برای آزمون در کابین، شبیه ساز و لابراتوار) توسط نیروهای عملیاتی
- ۱۱) قرار گرفتن اتصالات نیم تنه در پهلوها (برای افزایش راحتی)
- ۱۲) خنثی^۱ بودن (اشغال نکردن بخشی از حافظه و تمرکز خلبان)
- ۱۳) نمایشگر دارای آلارم با رنگ برای خلبان (خصوصاً برای دید در شب و قبل از طلوع آفتاب)

نیازهای ارگونومیکی طرح

به دلیل نیاز به تماس کامل با پوست برای پایش علایم حیاتی؛ صدکها و طراحی قابل تنظیم برای سایزهای مختلف اهمیت می یابند. برای پوشش دادن بخشی از اختلاف صدک های مختلف پهنای دست، از نوعی پارچی کشی (ولگنر) استفاده شده است.

برای انطباق با صدک های مختلف میچ دست، از حلقه (غیر فلزی) و چسب یقه استفاده شده، که استفاده از آنها در لباس پرواز نیز سابقه داشته است.

به علت عدم دسترسی به ابعاد انگشت کوچک، از چسب یقه استفاده شده تا طیف بزرگی از ابعاد و صدکها را پوشش دهد.

مشخصات فنی و امکان سنجی طرح

باتوجه به محدودیت های محل اخذ علایم حیاتی در بدن، کم خطاترین محلها با بیشینه تماس همین محل های پیشنهادی است.

داشتن بستر گسترده و پیشرفته اینترنتی جهت دریافت اطلاعات مورد نیاز است، در مرحله اول می توان از باند رادیویی موجود استفاده نمود و در صورت تداخل موجی در پایش های آنلاین، لازم است باند جدیدی تعریف شود (که البته هزینه بالایی دارد). همچنین جهت عدم تداخل با سیستم ناوبری

جدول ۲- مشخصات فنی پیشنهادی

کاربرد: بخشی از سیستم پزشکی از راه دور
سایز: صدک ۵۰ دور سینه، دور شانه از زیر بغل، دور مچ، طول دست، طول کف دست، عرض و طول دست در ناحیه متاکارپ
شیوه سنجش پارامتر:
ضربان قلب: فوتودیتکتور یا رزیستور / فاکتور پالس‌های نوری یا فشار دمایی بدن: ترموکوبل / فاکتور تغییر طول
تعریق: فاکتور میزان غلظت سدیم موجود در عرق
نرخ تنفس: استرین گیج / فاکتور تغییر ایمپدانس در اثر تغییر طول
اشباع اکسیژن خون: فوتودیتکتور و امیتر / فاکتور تغییر دامنه موج تابیده شده به خون سر انگشت
علامه حیاتی: ضربان قلب، تعداد تنفس، عمق تنفس، اکسیژن اشباع خون، تعریق
نوع ادغام فن‌آوری: جایگذاری (embedment) در پارچه
سایر موارد:
در دونوع کلی آنلاین و آفلاین
نیاز به تقویت با amplifier
نیاز به هاب در کابین‌های دو نفره

هواپیما، ارسال داده‌ها از لباس به مازول، می‌تواند به صورت

آفلاین و در micro SD مازول ذخیره گردد).

مؤلفه تنگی لباس (جهت دقت داده‌های اخذ شده) با راحتی

لباس در تضاد است. با وجود رطوبت محیطی و حرارت بالا در

کابین، طبیعی است که وجود هر نوع جسم اضافه بر پوست

خلبانان محل راحتی و پذیرش آنان از نظر جسمی و روانی

خواهد شد، اما می‌توان امیدوار بود با گذشت زمان اندک و

شروع فعالیت‌های ذهنی معطوف به عملیات، عملاً از مرکز

توجه آنان خارج گردد. همچنین پوشیدن لباس ساعتی قبل از

آزمون، می‌تواند آنرا عادی سازد.

نحوه مداخله نوروفیدبک به این صورت است که علایم

حیاتی اخذ شده توسط مازول لباس هوشمند دریافت و به پایگاه

محل ارسال می‌گردد؛ پزشک حاضر در محل بنا بر پرونده

پزشکی موجود (یا طبق تحلیل‌های نرم افزاری) و اطلاعات

دریافتی می‌تواند تذکراتی را از طریق هدفون جهت بهبود

علایم حیاتی به خلبان گوشزد کند. وی نیز باید از نظر جسمی

و ذهنی تلاش کند تا مثلاً ضربان قلب را افزایش دهد

(تصویر ۷).

بحث و نتیجه‌گیری

محصولات فن‌آوری محور - که موفقیت آنها تا حد زیادی

به سرعت و تعداد مراحل توسعه و بازخورد گرفتن وابسته است؛

با خود طیفی از مسائل و سؤالات جدید به همراه می‌آورد.

مسائلی که در رابطه با این طرح پیش روست عبارت از موارد

ذیل هستند:

(۱) اخلاق: ملاحظات اخلاقی به عنوان مانعی بزرگ برای

ارائه خدمات بهداشتی از راه دور مشخص شده است.

نگرانی‌های اصلی در ارائه مراقبت‌های بهداشتی شامل حفاظت

از داده‌ها، جلوگیری از اشتباهات مربوط به اطلاعات، سوابق

مکالمات، ردیابی محل مرتبط است و می‌تواند اثر منفی بر حفظ

حریم خصوصی کاربران داشته باشد. از سوی دیگر سیستم‌های

پوشیدنی خانگی که اغلب با کاهش تماس مستقیم با اعضای

خانواده، دوستان و کارکنان همراه است؛ ممکن است به

محرومیت اجتماعی کاربر منجر شده و کاربر از فعالیت‌های

انجام مانند کار یا خرید مانع و یا دلسرد کند.

(۲) قابلیت اطمینان و مؤثر بودن: قابلیت اطمینان در رابطه با

لباس‌های هوشمند به دو معناست؛ جابجا نشدن محل اندازه

گیری علایم (الکترودها) و قطع نشدن ارتباط بی سیم با مازول

الکترونیکی لباس.

آیا دقت ۹۰ درصدی سیستم برای توصیه تشخیص مناسب

و قابلیت اطمینان دارد؟ صحت ۹۰ درصدی تشخیص به معنی

۱۰٪ تشخیص غلط و پیرو آن درمان غلط است. این موضوع

علاوه بر این که می‌تواند منجر به بی‌اعتمادی کاربران شود،

تعیین مسئول در برابر توصیه‌های اشتباه را بسیار سخت می‌کند

[۱۶].

(۳) قابلیت تعمیم: این مفهوم در سیستم‌های مراقبت

سلامتی به این معناست که اپلیکشن‌های نرم افزارهای بالینی

بتواند به طور یکپارچه اطلاعات را جمع‌آوری کنند و ارتباط بین

دستگاه‌های مختلف پزشکی یا خدمات، از طریق

فیزیکی و اجتماعی ناراحت کننده خواهد بود. بدین ترتیب تعارض بین کیفیت سیگنال حسگر و آسایش انسان یک مانع کلیدی برای بسیاری از کاربردهای لباس هوشمند - خصوصاً در بحث پایش علائم حیاتی بدن - است [۱۹].

نیاز به فن آوری‌های دوخت بدون درز^۵ از یکسو و ارتباطات بی‌سیم در عین سازگاری الکترومغناطیسی^۶ از سوی دیگر از جمله نیازمندی‌های فاز توسعه فنی است. ادغام این حسگرها در منسوجات با مشکلاتی همراه است؛ چرا که ضخامت دی الکتریک^۷ می‌تواند در هر زمان با جنبش و حرکت تغییر کرده از بین رو خروجی تغییر کند. پیشرفت‌های کنونی گرچه امیدوارکننده است اما این موفقیت‌ها با مشکلاتی نظیر هزینه، وسعت سیستم (خصوصاً برای دقت‌های بالاتر)، جمع‌آوری، تحویل نمونه و کالیبراسیون حسگر مواجهند. شرایط دمایی و رطوبتی بدن - خصوصاً در حال فعالیت - ممکن است حسگرها را به اشتباه اندازه‌د. از طرفی، عملکرد آنها مستلزم به روزرسانی مداوم است و از طرفی دیگر، برخی بر این باورند که وابستگی به سیستم هوشمند ممکن است در بلندمدت میزان ابتکار را کاهش دهد.

همچنین تجربه فن آوری‌کی که فاکتور مهمی در تعیین سطح اضطراب^۸ در استفاده از سیستم‌های پوشیدنی است؛ برای کاربران این پروژه - که تجربه تکنیکی قابل توجهی داشته‌اند - احتمالاً موجب اطمینان و اشتیاق بیشتری برای کار با فن آوری‌های پوشیدنی خواهند شد. اطلاع یافتن خلبانان از اینکه در حال پایش هستند، از نظر روانی ممکن است در دقایق اولیه کمی صحت داده‌های اخذ شده را تحت تأثیر قرار دهد اما با گذشت زمان و مشغول شدن به درگیری‌های ذهنی پرواز، عادی شده و تمرکز خلبانان را معطوف به خود نخواهد کرد. بالاخص آف‌لاین بودن موجب می‌شود تا استفاده از لباس

hub/platform صورت گیرد. یکپارچه‌سازی داده‌های حیاتی حاصل از سیستم‌های پوشیدنی هوشمند با سایر داده‌ها از جمله ارتفاع و میزان شتاب جی و نوع عملیات می‌تواند صحت تصمیم‌گیری‌های آتی را افزایش دهد.

۴) پذیرش کاربر: پذیرش توسط کاربران به متغیرهای بسیاری وابسته است؛ از قابلیت‌های دستگاه و شکل فیزیکی لباس هوشمند گرفته تا عوامل احساسی مرتبط با هویت و تصویر بدن^۱ [۱۳]. مهمترین عامل در پذیرش سیستم‌های پوشیدنی هوشمند راحتی است؛ نوع جایگذاری قطعات، متد ادغام با پارچه، نزدیکی به پوست و بافت سطح، همگی راحتی لباسهای هوشمند را تحت تأثیر قرار داده و باید در طول توسعه محاسبه شوند [۱۷]. به‌منظور راحتی، بخش الکترونیک باید تا حد امکان در مرکز ثقل بدن قرار گرفته و در وزن مجموع نیز نباید حرکت و تعادل کاربر را مختل کند [۱۸]. گاهی راحتی معیارهای جزئی‌تری می‌یابد و با کوچکترین تغییر در محل اتصالات لباس، تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

۵) تکنولوژی و توسعه فنی: بسیاری از تخصص‌های مرتبط با پزشکی از راه دور به طور فزاینده‌ای با فناوری و تجهیزات جدید مجهز می‌شوند. بیشتر تکنیک‌های سنجش بدن^۲ برای استفاده بالینی یا آزمایشگاهی و در محیط‌های کنترل شده توسعه یافته‌اند که موجب می‌شود تا حد ممکن متغیرهای تولیدکننده نویز کنترل شوند. در صورتی که در محیط پوشیدنی روزمره، این عامل - تولید نویز - تأثیر قابل توجهی در آسایش فیزیکی و اجتماعی انسان دارد [۱۶]. از سویی دیگر، متغیرهایی که معمولاً برای یک حسگر نویز حاصل می‌کنند - اتصال مکانیکی^۳ حسگر با بدن و تماس حسگر با پوست - در صورتی که لباس هوشمند به صورت تنگ^۴ باشد مقدار نفوذ کمتری می‌یابند. روشن است که این حالت برای بسیاری از افراد از نظر

5. Seam bulk
6. Electromagnetic compatibility
7. Dielectric thickness
8. Anxiety levels

1. Body image
2. Body-sensing techniques
3. Coupling
4. Skin-tight form

هوشمند استرس و ترسی ایجاد نکند.

علیرغم خروجی ساده این فاز از پروژه (یک لباس)؛ بخش تحقیقاتی قابل توجهی در پشت آن نهفته است که نشان از پیچیدگی ابعاد حل مسأله در موضوعات جدید میان رشته‌ای دارد. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت «تفکر طراحی» به عنوان یک ابزار برای حل مسائل پزشکی و نظامی مفید باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله کارشناسی ارشد نویسنده

مسئول در دانشگاه هنر تهران و همچنین طرح پژوهشی نویسندگان با عنوان «طراحی مفهومی لباس هوشمند ثبت علایم فیزیولوژیک برای خلبانان» مصوب دانشگاه علوم پزشکی آجا است. بدین وسیله یاد مرحوم دکتر سعید مجیدی؛ استاد و همکار این طرح گرامی داشته می‌شود؛ همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی آجا، دکتر یارمحمدی، مهندس بانک و خلبانان پایگاه یکم شکاری تهران تشکر می‌گردد.

References

1. Sun G, Pan N. Functional textiles for improved performance, protection and health. London: Woodhead Publishing; 2011.
2. Chan M, Estève D, Fourniols J-Y, Escriba C, Campo E. Smart wearable systems: current status and future challenges. *Artificial intelligence in medicine*. 2012; 56(3):137-156.
3. Mattila HR. Intelligent textiles and clothing. Bosa Roca, United States: Woodhead Publishing; 2006.
4. Ataei E, Aghaei F. Solution of wireless wearables for healthcare monitoring. In: 1st Congress of Information Technology in Health. 19-21 October. Sari, Mazandaran 2011. [Persian]
5. Bonfiglio A, De Rossi D. Wearable monitoring systems. New York: Springer; 2010.
6. Lim H. Smart underwear for diabetic patients. *Journal of textile and apparel, technology and management*. 2009; 6(1):1-11.
7. Tharion WJ, Buller MJ, Potter AW, Karis AJ, Goetz V, Hoyt RW. Acceptability and usability of an ambulatory health monitoring system for use by military personnel. *IIE transactions on occupational ergonomics and human factors*. 2013; 1(4):203-214.
8. Gunga H-C. Human physiology in extreme environments. New York: Elsevier; 2014.
9. Nayak, R.; Wang, L.; Padhye, R. Electronic textiles for military personnel. In: Dias T, editor. *Electronic textiles: smart fabrics and wearable technology*. Oxford: Woodhead Publishing; 2015. 239-256.
10. McGowan A-M, Bakula C, Castner R. Lessons learned from applying design thinking in a NASA rapid design study in aeronautics. Hampton, VA: NASA Langley Research Center; 2017.
11. Roberts JP, Fisher TR, Trowbridge MJ, Bent C. A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*. 2016; 4(1):11-14.
12. Pourmohammadi M, Nemati A. Smart clothing, from problem-solving to knowledge generation. *Roshd-e-Fanavari*. 2016; 12(47):66-76. [Persian]
13. Cho G. Smart clothing, technology and applications. New York: Taylor & Francis; 2009.
14. Niksirat SA, Kazemi MR, Mirzababaiy H. Neurofeedback and the need for its use in training pilots. *Ebnesina*. 2013; 15(1):51-55. [Persian]
15. van Langenhove L. Smart textiles for medicine and healthcare: materials, systems and applications. Cambridge: CRC Press; 2007.
16. Dunne L. Smart clothing in practice: key design barriers to commercialization. *Fashion Practice*. 2015; 2(1):41-65.
17. Sadoughi F, Shekhtaheri A. Applications of artificial intelligence in clinical decision making: opportunities and challenges. *Health information management*. 2011; 8(3):440-445. [Persian]
18. Siewiorek, D.; Smialagic, A.; Starner, T. Wearable computers. In: Sears A, Jacko JA, editors. *Human-computer interaction fundamentals*. Boca Raton: CRC Press; 2009. 271-288.
19. Nemati A. Investigation of effective factors on interactive smart-clothing design; case study: designing wearable health-monitoring device for military applications. [Master's thesis]. Tehran: tehran University; 2015. [Persian]

Application of smart wearable systems for health monitoring in military

Nezami Asl A¹, Asgari AR², *Nemati A³

Abstract

Background: In recent years with the increasing popularity of non-invasive and low-invasive methods, the smart clothing application - either as professional recognizing tools for medical analysis or in domestic usage- has increased. Such systems could be in service of tele-medicine and aero-military medicine as well.

Materials and methods: In this article, after systematic review on previous researches, the paper made a report on author's research project in AJA University of Medical Science about smart clothing design for pilots. The report aimed to point out the process, models, conceptual design, specifications and capabilities of this multi-parametric sensing system, alongside with the future challenges of applying these healthcare systems.

Results: Information received from this system could be stored as pilot's health database and used for long-term monitoring, screening and operational interpretations. Another application is online monitoring of vital signs that could be integrated with neurofeedback operations in military context.

Conclusion: Success of these products not only relies on applying user-centered methods but also depends on technical test loops and usability analysis. Moreover, it's essential to overcome on some issues of ethics, reliability, inter-operability, user acceptance of technology and technical development challenges for widespread and efficient applications in future.

Keywords: Clothing, Telemedicine, Vital Signs, Pilots

1. Assistant professor, Aerospace and Subaquatic Medicine Research Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Professor, Aerospace and Subaquatic Medicine Research Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. MSc of Industrial Design, Faculty of Applied Arts, University of Art, Tehran, Iran (*Corresponding Author)
azam_nemati@ymail.com